Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.3, Fall 2021, P. 447-458
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص. ۴۵۸-۴۴۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

مقاله پژوهشی

ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی میوه ژنوتیپ‌های مختلف بنه (*Pistacia atlantica*) در مرحله سبز

صلاح الدین مصلحتی فرد[۱]*- حمید حسن پور[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۱

چکیده

بررسی تنوع مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در میوه، امکان انتخاب ژنوتیپ‌های برتر را جهت توسعه کشت و کار برای کشاورزان و اصلاح‌گران فراهم می‌کند. این پژوهش، تنوع و تعیین برخی خصوصیات کمی و کیفی میوه بنه ۱۱ ژنوتیپ مختلف را در مرحله میوه سبز و در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار می‌دهد. از هر کدام از ژنوتیپ‌ها، تعدادی خوشه بنه برداشت شد و جهت انجام اندازه‌گیری‌های مختلف به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه انتقال داده شد. سپس برخی از صفات کمی میوه و خوشه و همچنین میزان فنل کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدان کل مورد آنالیز قرار گرفتند. نتایج این پژوهش نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر همه پارامترهای اندازه‌گیری شده به غیر از طول خوشه، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد وجود داشت. نتایج آشکار کرد که تنوع بالایی در اکثریت صفات اندازه‌گیری شده وجود دارد. بیشترین میزان طول، عرض و وزن خوشه و همچنین عرض و وزن میوه در ژنوتیپ P10 و کمترین آن در ژنوتیپ‌های P5 و P6 مشاهده شد. از نظر خصوصیات بیوشیمیایی بالاترین میزان فنل کل (۱۰۳۴/۵ میلی‌گرم بر صدگرم وزن تر اسیدگالیک)، فلاونوئید کل (۱۴۳/۸۲ میلی‌گرم بر صدگرم وزن تر کوئرستین) و ظرفیت آنتی‌اکسیدان (۹۳ درصد) را ژنوتیپ P3 به خود اختصاص داد و همچنین کمترین میزان فنل کل (۳۷۰/۰۸ میلی‌گرم بر صدگرم وزن تر اسیدگالیک)، فلاونوئید کل (۶۲/۲۵ میلی‌گرم بر صدگرم وزن تر کوئرستین) در ژنوتیپ P7 مشاهده شد. بر اساس این پژوهش، ژنوتیپ‌های P3 و P10 از لحاظ صفات مورد بررسی در وضعیت مطلوب‌تری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها قرار داشتند و می‌توانند جهت مصارف دارویی، خوراکی، صنعتی و همچنین اهداف اصلاحی پیشنهاد گردند.

واژه‌های کلیدی: فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فلاونوئید، فنل کل، وزن میوه

مقدمه

جنس پسته (*Pistacia*) عضوی از خانواده Anacardiaceae با ۱۱ گونه است. سه گونه پسته معمولی (*P. vera*)، خنجوک (*P. khinjuk*) و بنه (*P. atlantica*) در ایران وجود دارد (۲۸). بنه درختی است دو پایه که ارتفاع آن به بیش از ۱۷ متر می‌رسد. دارای تاجی گرد و متراکم، برگ‌ها خزان کننده، شانه‌ای فرد، برگچه‌ها ۴-۲ جفتی، دایره‌ای، تخم مرغی، مستطیلی یا سرنیزه‌ای به طول ۲/۵ تا ۸ سانتی‌متر و به پهنای ۰/۷ تا ۲ سانتی‌متر، نوک کند یا بدون نوک، رگبرگ‌ها غیرمشخص، محور برگ لبه‌دار یا بال باریک، گل‌آذین پانیکول، میوه شفت به طول ۸-۵ میلی‌متر و پهنای ۶-۵ میلی‌متر است، همچنین دارای تنه‌ای قطور به قطر نیم متر، ناصاف و تیره رنگ و از ساقه‌ی آن صمغی استخراج می‌شود که در نقاشی و رنگ روغن مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۹).

بنه پس از گونه‌های مختلف بلوط در منطقه‌ی رویشی زاگرس، مهمترین گونه برخوردار از محصولات اصلی و فرعی با ارزش محسوب می‌شود (۱۱). همچنین بنه یکی از بهترین پایه‌ها برای پسته خوراکی بوده و از گونه‌های مقاوم به شرایط نامساعد محیطی است. به طوری‌که در اقلیم‌های متنوع از نظر شیب زمین، نوع خاک، سطوح مختلف حاصلخیزی خاک، ارتفاع از سطح دریا (۶۰۰ تا ۳۰۰۰ متر) و دامنه دمایی ۲۵- تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد رشد می‌کند (۳۱).

انتشار درختان بنه از سواحل مدیترانه تا افغانستان ادامه دارد. در

۱ و ۲- به‌ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم باغبانی و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه ارومیه

(*- نویسنده مسئول: Email: salahmaslahate73@gmail.com)
DOI: 10.22067/jhs.2021.67091.0

مناطق کوهستانی ایران، به ویژه دامنه‌های زاگرس، درخت بنه به وفور یافت می‌شود. به طوری که حدود۲/۵ میلیون هکتار از جنگل‌های ایران، جنگل‌های بنه هستند (۷). میوه و صمغ درخت بنه دارای کاربردهای خوراکی، صنعتی و دارویی فراوانی هستند (۲۱). کاربردهای دارویی و مصارف خوراکی میوه و صمغ بنه از دیرباز تاکنون نه تنها در ایران بلکه در میان بومیان تمام مناطق بنه خیز از جمله بخش‌هایی از الجزایر، ترکیه و عراق نیز گزارش شده است (۶). این گونه اهمیت اقتصادی زیادی داردکه می‌توان به تولید سقز، میوه و محصولات فرعی (روغن و غیره) و استفاده‌ای دارویی و خوراکی متعدد آن، و همچنین کاربرد میوه و شاخ وبرگ آن در تغذیه و تولید علوفه و غیره اشاره نمود (۲۵).

میوه بنه تا رسیدن کامل در سه مرحله قابل برداشت است. ابتدا میوه نارس بنه به صورت گوی‌های کوچک توخالی فاقد مغز است که پوسته آن ترد و شکننده است و رنگ آن سبز کم رنگ می‌باشد، دومین مرحله، زمانی است که هسته آن کاملاً سخت شده است و مغز آن تا حدودی تشکیل شده است اما پوسته آن دارای رنگ سرخ اخرایی است که ترش مزه است. آخرین مرحله، میوه رسیده بنه است که هسته آن کاملاً سخت شده و رنگ پوسته آن نیز در محدوده رنگی سبز تا سبز متمایل به آبی است (۲۷).

از میوه نارس بنه برای خوشبو کردن و طعم دادن دوغ، ماست و روغن حیوانی، تهیه ترشی در کنار سایر سبزیجات استفاده می‌شود. همچنین میوه نارس بنه به عنوان یک دم نوش گیاهی در کنار سایر گیاهان دارویی جهت رفع مسمومیت و پودر میوه رسیده آن در درمان بیماری‌های معده کاربرد دارند. میوه رسیده بنه به عنوان یکی از مهمترین و پرمصرف‌ترین تنقلات، در بعضی مناطق کشور ایران استفاده می‌شود (۲۷).

مطالعه‌ای که در چند نوع ژنوتیپ بنه روی قسمت‌های مختلف میوه (پوست و مغز میوه) مورد بررسی قرار گرفت، بالاترین میزان فنل کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فلاونوئید کل در عصاره پوست میوه مشاهده شد (۱۳ و ۱۰). در مطالعه‌ای دیگر، فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره هیدروالکلی میوه بنه به صورت برون تنی و درون تنی در موش‌های صحرایی مورد مطالعه قرار گرفت، نتایج نشان داد عصاره متانولی بنه دارای بیشترین مقدار متابولیت‌های شیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد (۳).

در پژوهشی که روی میوه و برگ درخت بنه در سه مرحله رشد انجام شد، بیشترین میزان ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در مراحل اولیه رشد مشاهده شد (۹). همچنین در مطالعه‌ای که تنوع ژنتیکی بنه در شهرستان خلخال در شش رویشگاه با استفاده از صفات مورفولوژیک برگ و میوه انجام گرفت، نتایج نشان داد که در مناطق مورد مطالعه از نظر کلیه صفات بجز طول برگ اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (۲۳).

در پژوهشی تنوع مورفولوژیکی درخت بنه با استفاده از صفات برگ و میوه مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که اندازه برگ و میوه در این گونه متفاوت بوده و بین وزن میوه با طول برگچه و همچنین ابعاد برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (۱۵). همچنین در مطالعه‌ی بررسی خصوصیات اکولوژیکی و ژنتیکی ۱۳ جمعیت بنه کردستان، اختلاف بسیار معنی‌دار بین مناطق مختلف از نظر صفات مورد بررسی مربوط به خوشه و میوه، مشاهده شد (۳۰).

رشد و عملکرد گیاهان در رویشگاه‌های طبیعی به فاکتورهای مختلفی بستگی دارد و هر یک از این عوامل می‌تواند تأثیر بسزایی بر کمیت و کیفیت محصول گیاهان داشته باشد (۲۴). با توجه به مطالعات انجام شده، عوامل بسیار زیادی از جمله اقلیم، خاک، ارتفاع، اختلاف در گونه‌های گیاهی، روش‌ها و حلال‌های استخراج و روش‌های مختلف اندازه گیری در میزان متابولیت‌های ثانویه از جمله فنل تام و خواص آنتی‌اکسیدانی دخالت دارند (۱۸).

بنابراین هدف از این مطالعه ارزیابی برخی خصوصیات کمی و کیفی میوه ژنوتیپ‌های مختلف بنه (*Pistacia atlantica*) در مرحله میوه سبز می‌باشد که در نهایت می تواند به شناسایی، حفاظت و نگهداری تنوع ژنتیکی این گونه در منطقه کمک کند.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های میوه از یازده ژنوتیپ بنه (درختان ۳۵-۴۰ ساله) رشد یافته در استان آذربایجان غربی، شهرستان سردشت (در جنگل‌های حوالی شهر میرآباد) در خرداد ماه ۱۳۹۷ در مرحله میوه سبز (شکل ۱) جمع‌آوری شدند (جدول ۱ و شکل ۱). متوسط بارندگی در این منطقه در حدود ۸۵۸/۲ میلی‌متر، میانگین دمایی سالیانه ۱۵/۳ درجه سانتی‌گراد و متوسط رطوبت نسبی نیز در حدود ۴۷ درصد می‌باشد.

بس از برداشت میوه‌ها به دو گروه تقسیم شدند، در گروه اول شاخص‌های کمی بلافاصله اندازه‌گیری شدند و میوه‌های گروه دوم بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شدند و جهت اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی در ۷۰c- نگهداری شدند. صفات مورد ارزیابی شامل طول، عرض و وزن میوه و خوشه، اندازه میوه، محتوای فنل و فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بودند. جهت اندازه‌گیری طول و عرض میوه و خوشه از کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر استفاده شد و داده‌ها بر حسب میلی‌متر قرائت شدند. همچنین برای اندازه‌گیری وزن میوه و خوشه از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم استفاده شد. شاخص اندازه میوه از طریق حاصل ضرب عرض اندازه‌گیری شده در طول اندازه‌گیری شده محاسبه و به صورت میلی‌متر مربع بیان شد (۳۱).

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی ژنوتیپ‌های بنه مورد مطالعه

Table 1- Geographical characteristics of the studied genotypes of Bene (*Pistacia atlantica*)

ژنوتیپ Genotype	ارتفاع از سطح دریا Altitude (m)	طول جغرافیایی Longitude	عرض جغرافیایی Latitude
P1	1325	45º 20' 17.19"	36º 25' 50.21"
P2	1264	45º 20' 13.02"	36º 25' 54.20"
P3	1270	45º 20' 13.86"	36º 25' 54.34"
P4	1288	45º 20' 14.66"	36º 25' 53.66"
P5	1275	45º 20' 14.68"	36º 25' 53.67"
P6	1273	45º 20' 13"	36º 49' 53.99"
P7	1279	45º 20' 15.16"	36º 25' 54.5"
P8	1269	45º 20' 12.49"	36º 25' 54.33"
P9	1285	45º 20' 14.23"	36º 22' 53.55"
P10	1290	45º 20' 14.96"	36º 25' 52.39"
P11	1278	45º 20' 15.26"	36º 25' 53.58"



شکل ۱- برداشت میوه بنه در مرحله میوه سبز

Figure 1- Harvesting of Bene (*Pistacia atlantica*) fruit at the green fruit stage

استخراج عصاره‌ها

استخراج عصاره‌ها برای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل، فنل کل و فلاونوئید کل به این صورت انجام شد که نمونه‌ها با کمک ازت مایع به‌صورت پودر در آمدند. سپس ۰/۵ گرم از نمونه پودر شده با ۵ میلی‌لیتر متانول ۸۵ درصد مخلوط و به مدت ۱ دقیقه ورتکس شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۱ ساعت در دمای اتاق نگهداری و دوباره به مدت ۱ دقیقه ورتکس و بعد به مدت ۵ دقیقه در دور ۱۰۰۰۰ سانتریفیوژ شدند. سپس قسمت رو شناور نمونه‌ها به آرامی در لوله‌های دربدار ریخته شده و در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند. استخراج عصاره برای محتوی فلاونوئید کل از متانول ۸۵ درصد (حاوی یک میلی‌لیتر HCl غلیظ) استفاده شد (۱۲).

ظرفیت آنتی‌اکسیدان کل با استفاده از روش DPPH (1,1-

diphenyl-2-picrylhydrazyl) ارزیابی شد. به این صورت که ۲۰ میکرولیتر از عصاره متانولی با ۳ میلی لیتر محلول DPPH (۰/۰۰۸ گرم DPPH در ۲۰۰میلی متر متانول) مخلوط گردید و به مدت ۱۵-۲۰ دقیقه در دمای اتاق و تاریکی نگهداری شد. سپس تغییرات جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانو متر قرائت شد. در نهایت ظرفیت آنتی‌اکسیدان کل طبق فرمول زیر محاسبه گردید (۲۹).

$$\text{DPPH (\% بازدارندگی)} = [(Abs_0 - Abs_1) / Abs_0] \times 100$$

که در آن Abs_0 ، مقدار جذب بلنک، Abs_1، مقدار جذب نمونه می‌باشد.

برای سنجش محتوای فنل کل از روش Folin- ciocalteau استفاده شد به این صورت که ۵۰ میکرولیتر از عصاره متانولی را با ۵۰۰ میکرولیتر از محلول فولین ۱۰٪ مخلوط کرده و پس از ۳ دقیقه، ۴۰۰ میکرو لیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد به آن اضافه شد. بعد از گذشت ۲ ساعت در دمای اتاق و تاریکی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مقدار جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت شد. نتایج بر حسب میلی‌گرم اسید گالیک بر ۱۰۰ گرم وزن تر بیان گردید (۲).

برای اندازه‌گیری محتوی فلاونوئید کل میوه بنه ابتدا ۱۰۰ میکرولیتر عصاره تهیه شده را با ۱۵۰ میکرولیتر نیتریت سدیم ۵٪ مخلوط کرده و بعد از ۵ دقیقه، ۳۰۰ میکرولیتر کلرید آلومینیوم ۱۰٪ به آن اضافه، و بعد از گذشت ۵ دقیقه، ۱ میلی‌لیتر سود یک مولار اضافه گردید و در نهایت حجم محلول به ۵ میلی‌لیتر رسانده شد و توسط دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۴۲۰ نانومتر، برحسب میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن‌تر معادل کوئرسیتین بیان گردید (۲۶).

آنالیز آماری داده‌ها

آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و به منظور مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. همچنین نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

نتایج میانگین، دامنه، کمینه، بیشینه، انحراف معیار و ضریب تغییرات (درصد تنوع فنوتیپی) صفات اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های مورد بررسی در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- آمار توصیفی صفات ارزیابی شدهٔ ژنوتیپ‌های مختلف بنه

Table 2- Descriptive statistics of evaluated traits of different of Bene (*Pistacia atlantica*) genotypes

صفات Traits	دامنه Range	بیشینه Maximum	کمینه Minimum	میانگین Mean	انحراف معیار Standard deviation	ضریب تغییرات Percentage variation*
وزن میوه (Fruit weight)	0.58	1.28	0.7	0.996	0.156	15.66
طول میوه (Fruit length)	3.04	8.32	5.28	6.56	0.722	11
عرض میوه (Fruit width)	2.27	8.62	6.35	7.308	0.099	1.35
اندازه میوه (Fruit size)	32.91	68.39	35.48	48.13	7.958	16.53
وزن خوشه (Cluster weight)	23.74	29.4	5.66	12.005	6.019	50.13
عرض خوشه (Cluster width)	60.42	101.71	41.29	65.46	16.729	25.55
طول خوشه (Cluster length)	142.72	153.8	11.08	115.92	27.09	23.36
فنل کل (Total phenol)	1045.56	1276.33	230.77	607.07	264.5	43.56
فلاونوئید کل (Total flavonoids)	130.59	185	54.41	102.36	34.24	33.45
آنتی‌اکسیدان کل (Total antioxidants)	28	94.28	66.28	86.59	6.559	7.57

* ضریب تغییرات فنوتیپی بر اساس نسبت انحراف استاندارد به میانگین محاسبه شده است.

* Percentage variation (coefficient of variation) has been calculated based on the ratio of standard deviation to the mean.

نتایج بررسی‌ها نشان داد، در بین صفات مطالعه شده، صفت وزن خوشه بیشترین میزان تنوع و عرض میوه کمترین میزان تنوع را داشت. صفاتی مانند عرض خوشه، طول خوشه، میزان فنل و فلاونوئید کل نیز تنوع بالایی داشتند. در این پژوهش بیشترین میزان وزن، طول و عرض میوه به ترتیب ۱/۲۸ گرم ، ۸/۳۲ و ۸/۶۲ میلی‌متر بود. همچنین میانگین صفات وزن، طول، عرض و اندازه میوه، وزن، عرض و طول خوشه، میزان فنل، فلاونوئید و آنتی‌اکسیدان کل به ترتیب ۰/۹۹۶ گرم، ۶/۵۶، ۷/۳۰۸ میلی‌متر، ۴۸/۱۳ میلی‌متر مربع، ۱۲/۰۰۵ گرم، ۶۵/۴۶، ۱۱۵/۹۲ سانتی‌متر، ۶۰۷/۰۷، ۱۰۲/۳۶ میلی‌گرم بر صدگرم وزن تر و ۸۶/۵۹ درصد اندازه‌گیری شدند (جدول ۲). در مطالعه‌ای بیشترین میزان طول، عرض و اندازه میوه به ترتیب ۸ و ۹ میلی‌متر و ۶۴ میلی‌متر مربع، و کمترین مقدار آن‌ها ۳ و ۳ میلی‌متر و ۹ میلی‌متر مربع (دامنه معادل به ترتیب ۵ و ۶ میلی‌متر و ۵۶ میلی‌متر مربع) و همچنین ضریب تغییرات به ترتیب برابر ۱۴/۹۴، ۱۶/۹۹ و ۲۴/۹۱ درصد گزارش شد (۳۱). نتایج حاصل از مطالعه رستم کیا و همکاران (۲۳) نشان داد که بیشترین میزان طول و عرض میوه، طول خوشه و وزن ۱۰۰ میوه به ترتیب ۷/۲ ، ۶/۸۷ ، ۱۰۵ میلی‌متر و ۱۴/۱۲ گرم و همچنین کمترین میزان آن‌ها به ترتیب ۴/۹۶، ۴/۱۷، ۸۲/۲ میلی‌متر و ۱۰/۲ گرم بوده و ضریب تغییرات طول و عرض میوه، طول خوشه و وزن ۱۰۰ میوه به ترتیب ۷/۲۶، ۸/۷۷ ، ۱۰/۹۷ ، ۱۰/۱۲ درصد می‌باشد (۲۱). میزان محتوی فنل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در قسمت‌های مختلف درخت بنه (برگ، پوست و دانه میوه)، به ترتیب ۳/۳ و ۰/۵۱ میلی‌گرم بر گرم و ۶۹/۴۴ درصد گزارش گردید (۱۸). نتایج مطالعه‌ی نشان داد که بیشترین و کمترین میزان ترکیبات فنلی موجود در برگ درخت بنه به ترتیب ۴۳۸/۹۹ و ۴۰۷/۶۸ میلی‌گرم بر گرم می‌باشد (۵). دلیل مغایر بودن برخی از نتایج به دست آمده از این بررسی با نتایج بررسی‌های یادشده در بالا، احتمالا می‌تواند به خاطر شرایط محیطی و ژنوتیپ‌های مورد بررسی متفاوت باشد.

بر اساس نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها، بین صفات کمی و کیفی اندازه‌گیری شده به غیر از صفت طول خوشه، اختلاف معنی‌داری در سطوح احتمال یک درصد و پنج درصد مشاهده شد (جدول‌های ۳ و ۴).

وزن، طول و عرض میوه

بر طبق نتایج، وزن میوه بین ژنوتیپ‌های مختلف اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۳). بر اساس جدول مقایسه میانگین بیشترین میزان وزن میوه مربوط به ژنوتیپ P10 (۱/۲۷گرم) و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ P5(۰/۷۴۶ گرم) می‌باشد (جدول ۵).

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات کمی اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های مختلف بنه

Table 3- ANOVA (mean square) for some quantitatively traits in different genotypes of Bene (*Pistacia atlantica*).

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن میوه Fruit weight	طول میوه Fruit length	عرض میوه Fruit width	اندازه میوه Fruit size	وزن خوشه Cluster weight	عرض خوشه Cluster width	طول خوشه Cluster length
ژنوتیپ Genotype	10	0.0068ns	1.17**	0.71**	150.421**	99.24**	642.19**	1129.62ns
خطای آزمایش Error	22	0.004	0.22	0.14	23.753	7.63	115.19	554.229
ضریب تغییرات C.V (%)	-	6.71	7.249	5.28	10.125	23.001	16.39	20.31

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: non-significant and significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

طول میوه بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، بین ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌ار بود (جدول ۳). به طوری که بر اساس جدول مقایسه میانگین بیشترین میزان آن در ژنوتیپ P10 (۷/۹۶۳۳ میلی‌متر) و کمترین آن در ژنوتیپ P5 (۶/۴۶۳۳ میلی‌متر)مشاهده گردید (جدول ۵). همچنین با توجه به نتایج به دست آمده مشخص شد که بین ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده از لحاظ عرض میوه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد (جدول۳). بر اساس جدول مقایسه میانگین بیشترین میزان عرض میوه در ژنوتیپ P4 (۷/۹۲ میلی‌متر) و کمترین آن در ژنوتیپ P3(۵/۶۳ میلی‌متر)مشاهده شد (جدول ۵). وجود تنوع زیاد از لحاظ صفات وزن، طول و عرض میوه در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی، منجر به این می‌شود که پژوهشگران به راحتی ژنوتیپ‌های برتر را انتخاب نموده و آنها را جهت کشت و یا استفاده در کارهای اصلاحی بعدی معرفی نمایند.

رستم کیا و همکاران (۲۳) با بررسی تنوع ژنتیکی بنه از طریق صفات مورفولوژیک برگ و میوه به این نتیجه رسیدند که اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد از نظر صفات مورد مطالعه بین جمعیت‌های مورد بررسی وجود دارد، متوسط طول و عرض میوه به ترتیب ۶/۲۵ و ۵/۳۶ میلی‌متر گزارش شد. در مطالعه حاضر نیز طول و عرض میوه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در همین محدود قرار داشت. همچنین در مطالعه یوسفی (۳۱) متوسط طول و عرض میوه به ترتیب ۵/۴۱ و ۶/۳۳ میلی‌متر و متوسط وزن میوه ۲/۱۵ گرم گزارش شد که از لحاظ وزن میوه با نتایج حاصل از مطالعه حاضر مطابقت نداشت. دلیل عدم مطابقت می‌تواند شرایط محیطی و ژنوتیپ‌های متفاوت دو مطالعه باشد.

اندازه میوه

اندازه میوه بین ژنوتیپ‌های مختلف اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۳). بر اساس جدول مقایسه میانگین بیشترین میزان اندازه میوه مربوط به ژنوتیپ P4 (۶۲/۸۴ میلی‌متر مربع) و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ P3 (۳۷/۲۲۳ میلی‌متر مربع) می‌باشد (جدول ۵). در مطالعه یوسفی (۳۰) متوسط اندازه میوه ۳۴/۴۸ میلی‌متر مربع گزارش شد که کمتر از مقدار مطالعه حاضر (۴۸ میلی‌متر مربع) می‌باشد، دلیل آن را نیز می‌توان به شرایط محیطی و ژنوتیپ‌های متفاوت دو مطالعه نسبت داد.

وزن، عرض و طول خوشه

صفت وزن خوشه بین ژنوتیپ‌های مختلف اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۳). بر اساس جدول مقایسه میانگین بیشترین میزان وزن خوشه مربوط به ژنوتیپ P10 (۲۲/۶۹۸ گرم) و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ P6 (۶/۰۷۱ گرم) می‌باشد (جدول ۵).

در مطالعات قبلی که تنوع ژنتیکی جمعیت های بنه با استفاده از صفات مورفولوژیک برگ و میوه مورد بررسی قرار گرفت، میانگین وزن ۱۰۰ میوه ۱۲/۴۸ گرم (۳۰) و ۱۱/۸۳ گرم گزارش شد (۲۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری در عرض خوشه در سطح آماری ۱ درصد ($P<0/01$) بین ژنوتیپ‌های مختلف وجود دارد (جدول ۳). بر طبق نتایج به دست آمده بیشرین و کمترین میزان عرض خوشه به ترتیب در ژنوتیپ‌های P10 (۹۲/۲۷ میلی‌متر) و P6 (۴۱/۸۱ میلی‌متر) مشاهده شد (جدول ۴). همچنین بر اساس جدول تجزیه واریانس داده‌ها، مشخص شد که بین ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده در طول خوشه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول۳). با اینحال بیشترین میزان طول خوشه در ژنوتیپ P10 (۱۴۴/۶۳ میلی‌متر) و کمترین آن در ژنوتیپ P11 (۸۸/۱۲ میلی‌متر) مشاهده شد (جدول ۵). نتایج مطالعه رستم کیا و همکاران (۲۳) نشان داد که میانگین طول خوشه به ترتیب ۹۱/۲ میلی‌متر می‌باشد. در حالی که در مطالعه حاضر میانگین طول خوشه بالاتر از مطالعه آن‌ها بود که این می تواند به خاطر شرایط محیطی متفاوت و ژنوتیپ‌های متفاوت باشد. مطالعات قبلی نشان داده است که شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاهان تحت تأثیر فاکتورهای مختلفی از قبیل نوع ژنوتیپ و نوع اقلیم قرار می‌گیرند (۲۴). احتمال دارد که دو پایه بودن این گیاه و دگرگرده افشانی آن، تفاوت‌های مشاهده شده ازلحاظ میوه را درمیان ژنوتیپ‌ها توضیح دهد. البته این تفاوت به گیاه اجازه می‌دهد که سازگاری بهتری با شرایط‌های محیطی مختلف داشته باشد (۲۰).

محتوی فنل، فلاوونوئید و آنتی‌اکسیدان کل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۱ درصد در محتوای فنل کل عصاره‌های میوه ژنوتیپ‌های مختلف وجود دارد (جدول ۴). مقایسه محتوای فنل کل مربوط به عصاره میوه ژنوتیپ‌های مختلف بنه در شکل ۲ نشان داده است. بر اساس این نمودار، بیشترین میزان فنل کل در عصاره میوه ژنوتیپ‌های P3 (۱۰۳۴/۵ میلی‌گرم بر صدگرم وزن تر اسیدگالیک) و کمترین P7 (۳۷۰/۸ میلی‌گرم بر صدگرم وزن تر اسیدگالیک) مشاهده شد.

همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری در محتوای فلاونوئید کل در سطح آماری ۵ درصد در بین ژنوتیپ‌های مختلف وجود دارد (جدول ۴). بر اساس نتایج به دست آمده، عصاره میوه ژنوتیپ P3 با مقدار ۱۴۳/۸۲ میلی‌گرم بر صد گرم وزن تر کوئرستین بیشترین محتوای فلاونوئید کل و عصاره میوه ژنوتیپ P7 با مقدار ۶۲/۲۵ میلی‌گرم بر صدگرم وزن تر کوئرستین کمترین محتوای فلاونوئید را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۳).

جدول ۵- صفات کمی عصاره میوه در ژنوتیپ‌های مختلف بنه

Table 5- Quantitative traits of fruit extract in different genotypes of Bene (*Pistacia atlantica*)

تیمار Treatments	وزن میوه Fruit weight	طول میوه Fruit length	عرض میوه Fruit width	اندازه میوه Fruit size	وزن خوشه Cluster weight	عرض خوشه Cluster width	طول خوشه Cluster length
P1	1.076^{bc}	7.8^{a}	6.88^{ba}	53.677^{bac}	22.121^{a}	72.76^{bac}	92.97^{a}
P2	0.914^{cd}	7.5467^{ba}	5.86^{bc}	44.307^{bdc}	7.023^{c}	59.207^{bdc}	111.11^{a}
P3	0.829^{ed}	6.6133^{bc}	5.63^{c}	27.223^{d}	12.245^{cd}	78.78^{ba}	118.68^{a}
P4	1.132^{ba}	7.936^{a}	7.92^{a}	62.84^{a}	10.471^{cd}	63.293^{bdc}	116.26^{a}
P5	0.746^{e}	6.4633^{c}	6.36^{bc}	41.11^{dc}	8.332^{cd}	62.737^{bdc}	116.03^{a}
P6	0.916^{ed}	7.1233^{bac}	7.003^{ba}	50.117^{bc}	6.071^{c}	41.817^{d}	88.76^{a}
P7	0.952^{ed}	7.32^{bac}	6.163^{bc}	45.077^{bdc}	11.156^{cd}	54.837^{bdc}	133.82^{a}
P8	1.044^{bc}	7.17^{bac}	6.53^{bc}	46.9^{bdc}	8.676^{cd}	63.840^{bdc}	134.81^{a}
P9	1.137^{ba}	7.1567^{bac}	6.88^{ba}	46.843^{bdc}	15.327^{b}	80.717^{ba}	129.91^{a}
P10	1.27^{a}	7.9633^{a}	6.93^{ba}	55.263^{ba}	22.698^{a}	92.270^{a}	144.63^{a}
P11	0.991^{bcd}	7.2967^{bac}	6.32^{bc}	46.11^{bdc}	8.002^{c}	50.033^{dc}	88.12^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

In each column, means with similar letter (s) are not significantly different at the 5 % of probability level based on Duncan's multiple range test.

جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات کیفی اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های مختلف بنه

Table 4- ANOVA (mean square) for some qualitative measured traits in different genotype of Bene (*Pistacia atlantica*)

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	فنل کل Total phenol	فلاونوئید کل Total flavenoid	آنتی اکسیدان کل Total antioxidant
تیمار Treatment	10	187027.07^{**}	2131.31^{*}	73.65^{*}
خطای آزمایشی Error	22	16748.26	737.57	29.13
ضریب تغییرات C.V (%)	-	21.31	0.61	6.23

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and ** non-significant and significant at 5% and 1% of probability levels, respectively

با توجه به جدول تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که میان ژنوتیپ‌های مختلف بنه از نظر فعالیت آنتی‌اکسیدان کل اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد (P<0/05) وجود دارد (جدول ۴)، به طوری که بیشترین و کمترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدان کل به ترتیب در عصاره میوه ژنوتیپ‌هایP3 (۹۳ درصد) و P10 (۷۷ درصد) مشاهده شد (شکل ۴).

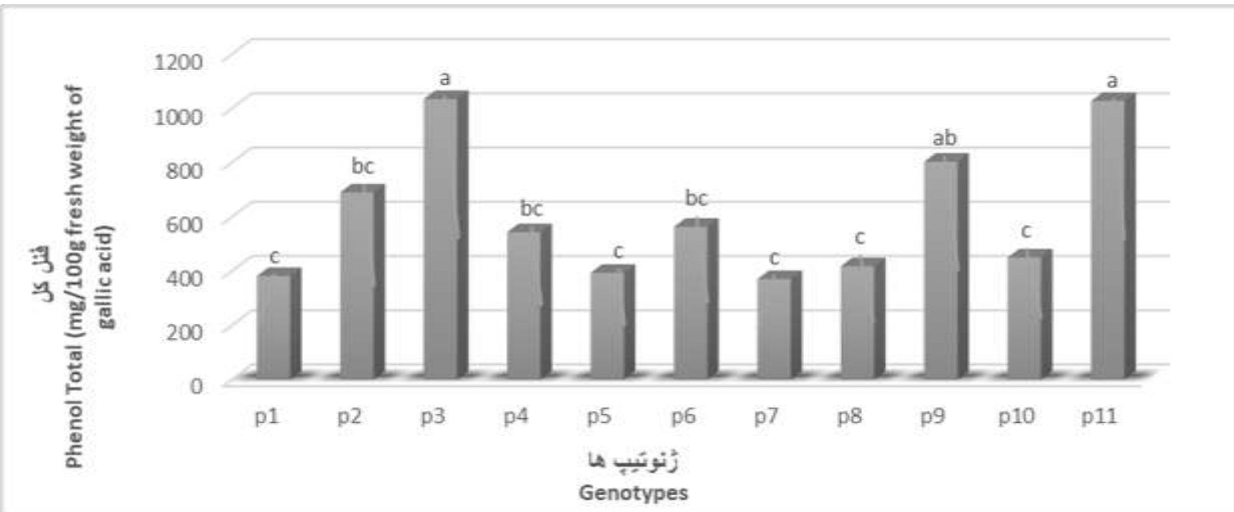
در مطالعه گنجی و همکاران (۸)، بیشترین میزان ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدانی در مراحل اولیه رشد میوه بنه مشاهده شد. محتوای ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی موجود در عصاره آبی برگ بنه، در نیمه اردیبهشت ماه به ترتیب ۳۹/۹۵، ۵/۱۱ (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک گیاه) و ۵۳/۴۷ درصد گزارش شده است (۴)، در حالی‌که محتوای ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی موجود در عصاره اتانولی برگ بنه به ترتیب ۶۸/۲۳ و ۴۴ (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک گیاه) بود (۲۲).

در مطالعه‌ای محتوای فنل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در قسمت‌های مختلف درخت بنه (برگ، پوست و دانه میوه)، اختلاف معنی‌داری را نشان داد به طوریکه بیشترین میزان فنل (۵۱/۴۱ میلی‌گرم بر گرم) در برگ و به دنبال آن در پوست میوه

(۳۹/۶۹ میلی‌گرم بر گرم) مشاهده شد، درحالیکه بیشترین میزان فلاونوئید (۷/۶۶ میلی‌گرم بر گرم) در پوست میوه و بیشترین میزان آنتی‌اکسیدان کل در عصاره برگ (۹۶/۶۷ درصد) و پوست میوه (۹۶/۴۹ درصد) گزارش شد (۱۷).

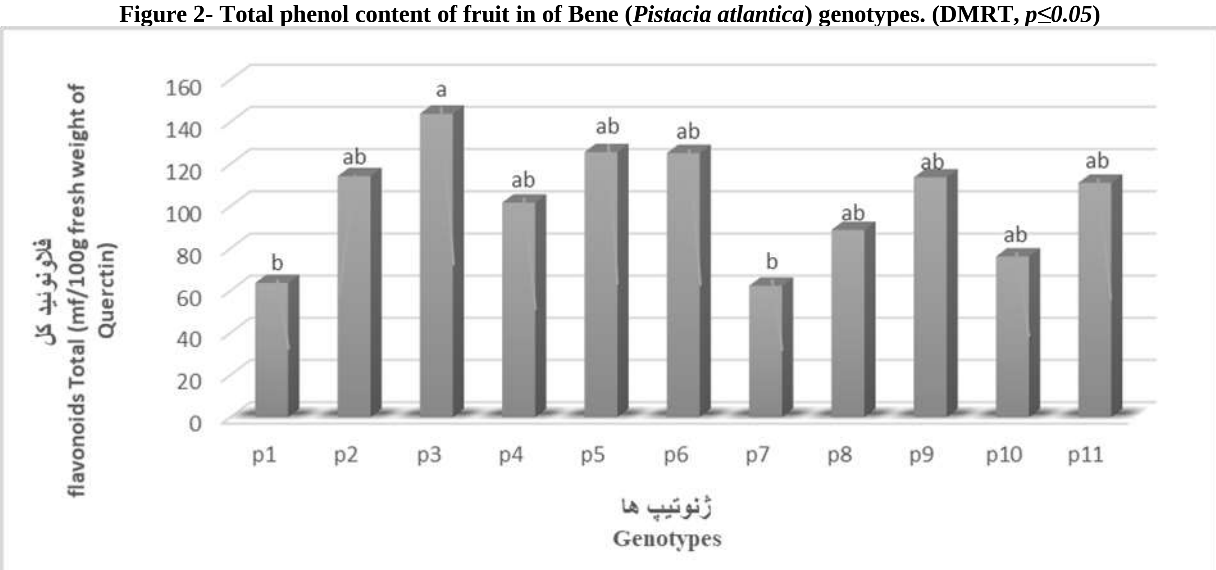
گزارش‌های مربوط به تحقیقات قبلی نشان می‌دهد که محتوای فنل و فلاونوئید کل و همچنین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل تحت تأثیر فاکتورهای مختلفی از قبیل عوامل ژنتیکی و شرایط محیطی و اکولوژیکی قرار می‌گیرند، بنابراین اختلاف در میزان محتوای فنل و فلاونوئید و همچنین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در این ژنوتیپ‌ها را می‌توان به عوامل ژنتیکی، محیطی و اکولوژیکی نسبت داد (۱، ۱۳ و ۱۴).

معمولا مقادیر اندازه‌گیری شده برای محتوای فنل و فلاونوئید کل و همچنین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در مطالعاتی قبلی انجام شده کمتر از مقادیر اندازه گیری شده در مطالعه حاضر بود که این می‌تواند به دلیل متفاوت بودن شرایط محیطی، ژنوتیپ‌ها و نوع حلالی استخراجی باشد. همچنین در این مطالعه بر خلاف اکثر کارهای انجام شده، قسمت‌های مختلف میوه از قبیل پوسته خارجی نرم، پوسته چوبی سفت و مغز میوه جداسازی نشد (۱۳) بلکه کل میوه با هم پودر شده و از آن در اندازه‌گیری‌ها استفاده شد. با اینحال، در مطالعات قبلی هم مشخص شده است که میوه بنه غنی از ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی و آنتی اکسیدانی بوده و بعنوان منبع غذایی محلی، ارزش غذا-دارویی بالایی داشته و می‌تواند در سلامتی بشر مفید واقع شود (۱۶).



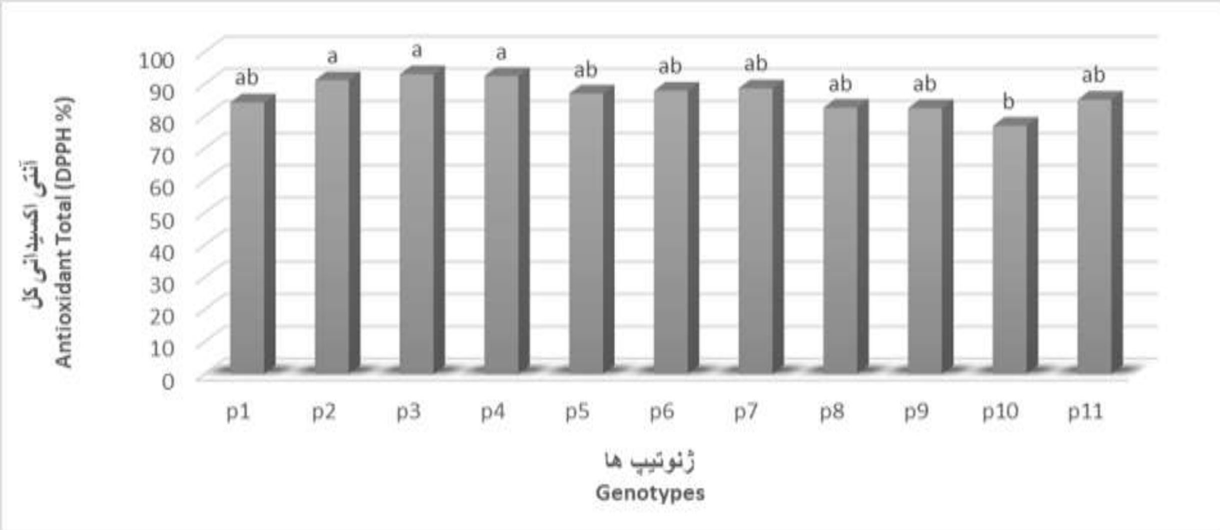
شکل ۲- میزان فنل کل میوه در ژنوتیپ‌های مختلف بنه

Figure 2- Total phenol content of fruit in of Bene (*Pistacia atlantica*) genotypes. (DMRT, *p≤0.05*)



شکل ۳- میزان فلاونوئید کل میوه در ژنوتیپ‌های مختلف بنه

Figure 3- Total flavonoid content of fruit in Bene (*Pistacia atlantica*) genotypes. (DMRT, *p≤0.05*)



شکل ۴- میزان آنتی‌اکسیدان کل میوه در ژنوتیپ‌های مختلف بنه

Figure 4- Total antioxidant of fruit in Bene (*Pistacia atlantica*) genotypes. (DMRT, *p≤0.05*)

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد که تنوع بالایی در صفات اندازه‌گیری شده وجود داشت. بیشترین میزان طول، عرض و وزن خوشه و عرض و وزن میوه در ژنوتیپ P10 و کمترین میزان این صفات در ژنوتیپ‌های P5 و P6 دیده شد. از نظر خصوصیات بیوشیمیایی بالاترین میزان فنل کل (۱۰۳۴/۵ میلی‌گرم بر صد گرم وزن تر اسیدگالیک)، فلاونوئید کل (۱۴۳/۸۲ میلی‌گرم بر صد گرم وزن تر کوئرستین) و ظرفیت آنتی‌اکسیدان (۹۳ درصد) را ژنوتیپ P3 به خود اختصاص داد و کمترین میزان فنل کل (۳۷۰/۰۸)، فلاونوئید کل (۶۲/۲۵) در ژنوتیپ P7 مشاهده شد. بر اساس این پژوهش، ژنوتیپ‌های P3 و P10 بر اساس صفات فنل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی می‌تواند جهت مصارف دارویی و خوراکی مد نظر قرار بگیرند و همچنین از این ژنوتیپ‌ها می‌توان در برنامه‌های اصلاحی نیز بهره برد که البته نیاز به مطالعات بیشتری دارد. همچنین تنوع مشاهده شده را به احتمال زیاد می‌توان به ساختار ژنتیکی ژنوتیپ‌ها مرتبط دانست که در عین حال می‌تواند نوعی سازگاری و پاسخ فیزیولوژیکی درختان به شرایط محیطی قلمداد شود.

منابع

1- Akbari V., Jamei R., Heidari R., and Jahanban Sfahlan A. 2012. Antioxidant activity of different parts of Walnut (*Juglans regia* L.) Fruit as a function of genotype. Food Chemistry 135: 2404–2410.
2- Ariza M.T., Reboredo-Rodríguez P., Cervantes L., Soria C., Martínez-Ferri E., González-Barreiro C., Cancho-Grande B., Battino M., and Simal-Gándara J. 2018. Bioaccessibility and potential bioavailability of phenolic compounds from achenes as a new target for strawberry breeding programs. Food Chemistry 248: 155-165.
3- Bahrebar M., Mirzaei A., Mantegheyan E., and Bahrebar A. 2012. *In vivo* and *in vitro* antioxidant activity of hydro-alcoholic extract of *Pistacia atlantica*. Armaghane Danesh 17(6): 540-551. (In Persian with English abstract)
4- Baqerzadeh Gh., and Nakhaee M. 2015. Quantitative and qualitative study of physical and chemical, phytochemical and antioxidant effects of pistachio leaf (*Pistacia atlantica*), native to Birjand city. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology) 30(2): 273-279. (In Persian with English abstract)
5- Benamar H., Rached W., Derdour A., and Marouf A. 2010. Screening of Algerian medicinal plants for acetylcholinesterase inhibitory activity. Journal of Biological Sciences 10(1): 1-9.
6- Benhassaini H., Bendahmane M., and Benchalgo N. 2007. The chemical composition of fruits of *Pistacia atlantica* Desf. Subsp. Atlantica from Algeria. Chemistry of Natural Compounds 43(2): 121.
7- Farhoosh R., and Tavakoli J. 2008. Physicochemical properties of kernel oil from *Amygdalus scoparia* growing wild in Iran. Journal of Food Lipids 15(4): 433-443.
8- Ganji F., Bashtani M., Farhang Far H., and Ghiasi S. 2017. Alteration of antioxidant properties, nutritional value and rumen-intestinal digestibility of pistachio fruit (*Pistacia atlantica*) by nylon bags. Iranian Journal of Animal Science Research 27(3): 185-200. (In Persian with English abstract)
9- Ganji F., Bashtani M., Farhang Far H., and Ghiasi S. 2018. Alteration of antioxidant properties, nutritional value

and rumen-intestinal digestibility of pistachio leaf (*Pistacia atlantica*) by nylon bags. Iranian Journal of Animal Science Research 10(4): 477-488. (In Persian with English abstract)

10- Ghasemi Pirbalouti A., and Aghaee K. 2011. Chemical composition of essential oil of *Pistacia khinjuk* stocks grown in Bakhtiari Zagross Mountains, Iran. Electronic Journal of Biology 7(4): 67–69.

11- Gholami Sh., Hosseini S., and Sayad A. 2007. Effect of weeding, depth and time of sowing seeds on the growth of coriander seedlings in nurseries. Journal of Research and Construction 75: 71-80. (In Persian with English abstract)

12- Hassanpour H., and Alizadeh S. 2016. Evaluation of phenolic compound, antioxidant activities and antioxidant enzymes of barberry genotypes in Iran. Scientia Horticulturae 200: 125–130.

13- Hatamnia A.A., Abbaspour N., and Darvishzadeh R. 2014. Antioxidant activity and phenolic profile of different parts of Bene (*Pistacia atlantica* subsp. Kurdica) fruits. Food chemistry 145: 306-311.

14- Hatamnia A., Malekzadeh P., Noorullahi Kh., and Valad Beigi T. 2015. Study of phenolic compounds content and antioxidant activity of *Pistacia khinjuk* Stocks in natural habitats of Ilam province. Journal of Plant Environmental Physiology 10(40): 31-40. (In Persian with English abstract)

15- Kafkas S., and Prel-Treves R. 2002. Morphological and molecular phylogeny of *Pistacia* species in Turkey. Theoretical and Applied Genetics 102: 908-910.

16- Labdelli A., Rebiai A., Tahirine M., Adda A., and Merah O. 2020. Nutritional content and antioxidant capacity of the seed and the epicarp in different ecotypes of *Pistacia atlantica* Desf. Subsp. Atlantica. Plants 9: 1065.

17- Malekzadeh P., Hatamnia A.A.H., and Nourollahi K. 2015. Total phenolic content and antioxidant activity of fruit and leaf of Bene (*Pistacia atlantica* subsp. Kurdica) in Ilam province. Plant Physiology 6(1): 1543-1549.

18- Mirzaei A., Mohammadi J., Mirzaei N., and Mirzaei M. 2011. The antioxidant Capacities and total phenolic contents of some medicinal plants in Iran. Journal of Fasa University of Medicinal Sciences 1(3): 160-166. (In Persian with English abstract)

19- Mozaffarian V. 2004. Trees and shrubs of Iran. Contemporary Culture Publications, Tehran, 990 pages.

20- Nadjat T., and Tayeb T. 2020. Effect of environmental conditions on morphological variability of leaves and fruits of five populations of *Pistacia atlantica* Desf. in North Algeria. Biodiversity Research and Conservation 58: 1-12.

21- Pourreza M., Shaw J.D., and Zangeneh H. 2008. Sustainability of wild pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) In Zagros forests, Iran. Forest Ecology and Management 255(11): 3667-3671.

22- Rigane G., Ghazghazi H., Aouadhi C., Ben Salem R., and Nasr Z. 2017. Phenolic content, antioxidant capacity and antimicrobial activity of leaf extracts from *Pistacia atlantica*. Natural Product Research 31(6): 696-699.

23- Rostami Kia Y., Fattahi M., and Faith P. 2009. Investigation of genetic diversity of pistachio populations using leaf and fruit morphological traits. Two Quarterly Journal of Genetic Research and Range and Plant Breeding of Iran 17(2): 284-294. (In Persian with English abstract)

24- Sarwari A., Dianti Tilki Gh., Rezaei M.B., and Zadbar M. 2015. The effect of some environmental factors on the quantity and quality of plant essential oil *Stachys lavandifolia* vahl in Khorasan Razavi province (Chenaran). Quarterly Journal of Medicinal Plants Ecophytochemistry 2(3): 1-7. (In Persian with English abstract)

25- Seyedi N., jalali S.G.A., Moghaddam M., Tabari M., and Mohammadi S.A. 2011. Application of seed storage protein in inter-specific variation in three population of *pistacia atlantica* Desf. Iranian Journal of Plant Biology 2(6): 1-13. (In Persian with English abstract)

26- Shin S.W., Ghimeray A.K., and Park C.H. 2014. Investigation of total phenolic, total flavonoid, antioxidant and allyl isothiocyanate content in the different organs of *wasabi japonica* grown in an organic system. African Journal of Traditional Complementary Alternative Medicines 3(11): 38-45.

27- Suleiman Beigi M., and Arzegar Z. 2013. A review study on chemical properties and food index of mastic oil compared with olive, sunflower and canola oils. The ilamian traditional uses of mastic. Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences 21(5): 1-13. (In Persian with English abstract)

28- Tabandeh Sarvai A., and Nadi H. 2018. Effect of altitude and genotype on morphological diversity of pistachio leaves (*Pistacia atlantica* subsp. Mutica) in the forests of southern Yazd province. Dry Canvas Research 2(8): 16-25. (In Persian with English abstract)

29- Wang J., Wang J., Ye J., Vanga S.K., and Raghavan V. 2019. Influence of high-intensity ultrasound on bioactive compounds of strawberry juice: Profiles of ascorbic acid, phenolics, antioxidant activity and microstructure. Food Control 96: 128-136.

30- Yousefi B. 2002. A comparative study of ecological and genetic characteristics of Torbatin tree population in Kurdistan province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research 266(7): 65-99. (In Persian with English abstract)

31- Yousefi B. 2015. Comparison of morphological and chemical properties of pistachio fruit (*Pistacia atlantica*) in two model habitats of Kurdistan province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research 23(2): 368-378. (In Persian with English abstract)

Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.3, Fall 2021, P. 447-458
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص. ۴۵۸-۴۴۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Evaluation of Fruit Quantitative and Qualitative Characteristics of some Bene Genotypes (*Pistacia atlantica*) at Green Stage

S. Maslahati fard[1*]- H. Hassanpour[2]
Received: 28-11-2020
Accepted: 10-04-2021

Introduction: The pistachio genus (*Pistacia*) belongs to Anacardiaceae family. Three species of common pistachio (*P. vera*, *P. khinjuk* and *P. atlantica*) was found in Iran. Bene (*P. atlantica*) is a dicotyledonous tree with a height of more than 17 meters, is the most important species of Zagros region with valuable main and secondary products. This tree was also used as a rootstocks for edible pistachios and resistant to adverse environmental conditions, so that it grows in different climates in terms of land slope, soil type, different soil fertility levels, altitude (600 to 3000 meters) and temperature range of -25 to 40 °C. Fruit and gum have different uses in food, industry and medicine. Medicinal and oral uses of Bene fruit and gum have long been reported not only in Iran, but also among the natives of all coriander-rich regions, including parts of Algeria, Turkey and Iraq. Bene fruit can be harvested at three stages; First, the unripe stage (in the form of small hollow spheres without a kernel), its skin is brittle and its color is pale green. The second stage, the kernel is completely hardened, but the shell has an ocher red color that tastes sour. The last, the ripe stage, the kernel is completely hardened and the color of the skin is blue-green.

Materials and Methods: This study was conducted to evaluate the diversity and determine some quantitative and qualitative characteristics of different Bene (*P. atlantica*) genotypes at the green fruit stage. For this purpose, 11 genotypes were randomly selected in an area near the city of Mirabad, West Azerbaijan Province, Iran. The fruits were harvested from each genotype and transferred to the laboratory. In this study, some quantitative traits of fruit and cluster as well as total phenol, total flavonoids and total antioxidant capacity were analyzed. Digital calipers were used to measure the length and width of fruit and clusters (mm). Also, a digital scale with an accuracy of 0.001 g was used to measure the weight of fruit and cluster. Fruit size index was calculated by multiplying the measured width by the measured length and expressed as mm^2. Total antioxidant capacity was assessed using the DPPH (1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) method. Folin–Ciocalteu method was used to measure the total phenol content.

Results and Discussion: The results showed that cluster weight had the highest diversity and fruit width had the least diversity among the studied traits. Traits such as cluster width, cluster length, total phenol and flavonoid content were also highly varied among genotypes. In this study, the maximum weight, length and width of fruit were 1.28 g, 8.32 and 8.62 mm, respectively. Also, the results of this study showed that there is a significant difference between genotypes in terms of all parameters measured except cluster length at the 1% and 5% of probability level. Overall, the results of this study showed high variability in the majority of traits. The highest length, width and weight of the cluster as well as the width and weight of the fruit were seen in P10 genotype and the lowest was observed in P5 and P6 genotypes. In terms of biochemical characteristics, P3 genotype had the highest total phenol (1034.5 mg gallic acid per gram of FW), total flavonoid (143.82 mg quercetin per gram FW) and antioxidant capacity (93%) and also, the lowest total phenol (370.08 mg gallic acid per gram of FW), total flavonoids (62.25 mg catechin per gram FW) was observed in P7 genotype. According to results of this study, P3 and P10 genotypes can be used for medicinal, food, industrial purposes as well as breeding purposes compared to the other genotypes.

Conclusion: In this study, it was shown that there is a high diversity in the majority of measured traits among different genotypes. The highest morphological traits were observed in P10 genotype. Also, in terms of biochemical characteristics, genotype P3 had the highest total phenol, total flavonoid content and total antioxidant capacity. According to the results, it can be concluded that the morphological characteristics as well as phenolic, flavonoid compounds and antioxidant capacity depend on various factors, including genetic factors and environmental and ecological conditions. Therefore, the observed diversity can be related to genetic structure of

1 and 2- M.Sc. Graduate in Horticultural Sciences and Associate Professor, Department of Horticulture, Urmia University, Urmia, respectively.
(*- Corresponding Author Email: salahmaslahate73@gmail.com)
DOI: 10.22067/jhs.2021.67091.0

genotypes, which can also be considered as a kind of adaptation and physiological response of trees to environmental conditions.

Keywords: Antioxidant activity, Flavonoid, Fruit weight, Total phenol